

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11352613 A**

(43) Date of publication of application: **24 . 12 . 99**

(51) Int. Cl.

**G03B 35/24**  
**G02B 27/22**  
**G03B 35/08**  
**H04N 13/00**

(21) Application number: **10155517**

(22) Date of filing: **04 . 06 . 98**

(71) Applicant: **MR SYSTEM KENKYUSHO:KK**

(72) Inventor: **SUDO TOSHIYUKI**  
**OZAKA TSUTOMU**

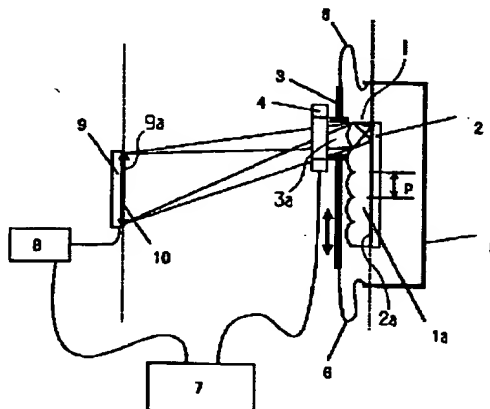
**(54) IMAGE RECORDER AND IMAGE REPRODUCING DEVICE**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain an image recorder and an image reproducing device capable of easily recording and reproducing a stereoscopic image and enabling an observer to excellently observe the image without becoming fatigued.

**SOLUTION:** This device is provided with a picture display device 9 displaying image information time-sequentially, a lens array 1 where plural element lenses forming the image information displayed on the display means 9 into the image are arrayed at specified pitches, an image recording means 2 arranged on the image-formation surface of the lens array 1 and a luminous flux control means controlling luminous flux passing through the aperture of the element lens for the every element lens out of the plural element lenses. Then, the image information displayed on the display device 9 time-sequentially is successively recorded on the recording means 2 for the every element lens by the luminous flux control means.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-352613

(43) 公開日 平成11年(1999)12月24日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 3 B 35/24

G 0 3 B 35/24

G 0 2 B 27/22

G 0 2 B 27/22

G 0 3 B 35/08

G 0 3 B 35/08

H 0 4 N 13/00

H 0 4 N 13/00

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-155517

(22) 出願日 平成10年(1998) 6 月 4 日

(71) 出願人 397024225

株式会社エム・アール・システム研究所  
神奈川県横浜市西区花咲町 6 丁目145番地

(72) 発明者 須藤 敏行

神奈川県横浜市西区花咲町 6 丁目145番地  
株式会社エム・アール・システム研究所  
内

(72) 発明者 尾坂 勉

神奈川県横浜市西区花咲町 6 丁目145番地  
株式会社エム・アール・システム研究所  
内

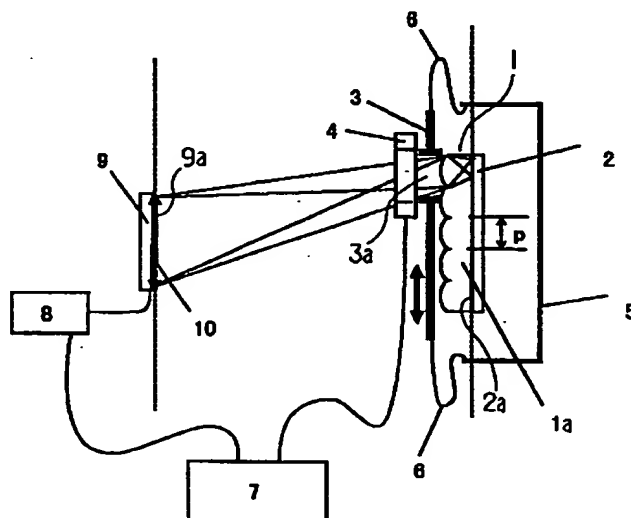
(74) 代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54) 【発明の名称】 画像記録装置及び画像再生装置

(57) 【要約】

【課題】 立体画像の記録及び再生を容易に行い、しかも観察者が疲労せずに良好に観察することができる画像記録装置及び画像再生装置を得ること。

【解決手段】 画像情報を時系列に表示する画像表示装置、該画像表示手段に表示した画像情報を結像する要素レンズを複数個、所定のピッチで配列したレンズアレイ、該レンズアレイの結像面に配置した画像記録手段、該複数の要素レンズのうちの各要素レンズ毎にその開口を通過する光束を制御する光束制御手段とを有し、該光束制御手段によって各要素レンズ毎に該画像表示装置に時系列に表示した画像情報を該画像記録手段に順次記録すること。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像情報を時系列に表示する画像表示装置、該画像表示手段に表示した画像情報を結像する要素レンズを複数個、所定のピッチで配列したレンズアレイ、該レンズアレイの結像面に配置した画像記録手段、該複数の要素レンズのうちの各要素レンズ毎にその開口を通過する光束を制御する光束制御手段とを有し、該光束制御手段によって各要素レンズ毎に該画像表示装置に時系列に表示した画像情報を該画像記録手段に順次記録することを特徴とする画像記録装置。

【請求項2】 前記光束制御手段は前記要素レンズの開口径と略同じ大きさの開口を有する開口板と、該開口板の開口を通過する光束を制御するシャッター手段とを有し、該開口板とシャッター手段を前記レンズアレイ面に沿って走査していることを特徴とする請求項1の画像記録装置。

【請求項3】 前記光束制御手段は透過率分布を電子的に制御することができる空間光変調素子を有していることを特徴とする請求項1の画像記録装置。

【請求項4】 前記画像表示装置は互いに異なった画像情報を時系列に表示しており、該表示に同期させて前記光束制御手段を制御して前記1つの要素レンズで1つの画像情報を前記画像記録手段の互いに異なった領域に記録していることを特徴とする請求項1、2又は3の画像記録装置。

【請求項5】 前記レンズアレイは微小レンズを複数個、2次元的に配列したマイクロレンズアレイより成っていることを特徴とする請求項1、2、3又は4の画像記録装置。

【請求項6】 前記レンズアレイは1次元方向に屈折力を有するシリンドリカルレンズを複数個、所定方向に配列したレンチキュラーレンズより成っていることを特徴とする請求項1、2、3又は4の画像記録装置。

【請求項7】 前記微小レンズの有効径は0.5mm以上2mm以下であることを特徴とする請求項5の画像記録装置。

【請求項8】 前記シリンドリカルレンズの屈折力を有する方向の有効径は0.5mm以上2mm以下であることを特徴とする請求項6の画像記録装置。

【請求項9】 請求項1から8のいずれか1項の画像記録装置によって画像情報を記録した画像記録手段と、レンズアレイとを対向配置し、該画像記録手段側から照明した光によって該画像記録手段に記録した画像情報を該レンズアレイを介して再生していることを特徴とする画像再生装置。

【請求項10】 要素レンズを複数個、所定のピッチで配列したレンズアレイ、該複数の要素レンズに対応する画像情報を各要素レンズ毎に電子的に各領域に表示する画像表示装置とを有し、該画像表示装置の各領域に記録した画像情報のうち微小画像情報から発散する光が該レ

ンズアレイから一定距離離れた空中の位置で重畳するようにして該画像情報を再生していることを特徴とする画像再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は3次元像を記録・再生する画像記録装置及び画像再生装置に関し、特に画像記録手段に記録した3次元像を観察者が疲れず自然な状態で良好に観察することができるようにしたものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、立体物（3次元物体）の画像情報を画像記録手段に記録し、該画像記録手段に記録した画像情報を立体的に再生するための方式が種々と試みられている。

【0003】 これらの方法のうちIP（インテグラル・フォト）方式は3次元像を特殊なメガネ等を用いずに記録再生する方法として多く用いられている。図10

（A）、（B）はこの方式による3次元像記録装置と3次元像再生装置の説明図である。

【0004】 図9（A）において101はハエの眼レンズと呼ばれるマイクロレンズアレイであり、図10に示すように微小なレンズ101aが複数個、昆虫の複眼のように2次元的に並べられている。

【0005】 マイクロレンズアレイ101の背後には写真乾板102が置かれる。写真乾板102上には各レンズ101aによって被写体103の微小な倒立像104が形成され、露光記録されている。画像情報を記録した写真乾板102より同一寸法の陽画（ポジ画像）を作成し、この作成した基板102aの前面に図9（B）に示すようなマイクロレンズアレイ101を元の位置に正しく置いて基板102aの背面から照明する。

【0006】 基板102aに記録した陽画の各像からの光束は撮影時と同じ経路を逆にたどり、もとの被写体の位置に3次元の実像105が再生される。この再生した実像105を観察者106は観察する。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 図9に示す3次元像記録・再生装置は次のような問題点があった。第1に実在する被写体の立体画像情報しか記録・再生ができない。このため、任意に形成した架空の3次元物体の記録・再生は、他の方法によらねばならなかった。

【0008】 第2にマイクロレンズアレイ101の焦点深度があまり深くないため、記録した画像にボケが発生する。IP方式では3次元像の記録時に被写体103が奥行きを持っているため、写真乾板102からの距離は被写体の各部位によって異なる。

【0009】 マイクロレンズアレイの個々のマイクロレンズの焦点距離は一定であるため、写真乾板上に形成される倒立像のうち焦点深度を外れた像は何れも焦点ボケ

を含んでいる。よってこの状態で記録・再生される3次元像には焦点ボケによる画質の劣化が発生してくる。

【0010】第3に再生される3次元像が逆立体視像になる場合がある。図11、図12はこのときの説明図である。図11は3次元像の記録時を示している。同図では写真乾板102上には被写体103のB側の画像情報が記録される。

【0011】図12はこの写真乾板102に記録したIPを再生する場合を示している。図12に示すように観察者は3次元像103のA側より観察を行うが、写真乾板102に記録した画像の情報としてはB側の画像情報しかない。

【0012】この為、3次元像103は物体の裏面を透視したような見え方となり、しかも画像情報の凹凸が逆になって観察されてしまう。

【0013】本発明は従来のIP（インテグラルフォト）方式の3次元像の記録・再生原理を利用して良好なる立体画像の観察ができる画像記録装置及び画像再生装置の提供を目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の画像記録装置は、(1-1) 画像情報を時系列に表示する画像表示装置、該画像表示手段に表示した画像情報を結像する要素レンズを複数個、所定のピッチで配列したレンズアレイ、該レンズアレイの結像面に配置した画像記録手段、該複数の要素レンズのうちの各要素レンズ毎にその開口を通過する光束を制御する光束制御手段とを有し、該光束制御手段によって各要素レンズ毎に該画像表示装置に時系列に表示した画像情報を該画像記録手段に順次記録することを特徴としている。

【0015】特に、(1-1-1) 前記光束制御手段は前記要素レンズの開口径と略同じ大きさの開口を有する開口板と、該開口板の開口を通過する光束を制御するシャッター手段とを有し、該開口板とシャッター手段を前記レンズアレイ面に沿って走査していること。

【0016】(1-1-2) 前記光束制御手段は透過率分布を電子的に制御することができる空間光変調素子を有していること。

【0017】(1-1-3) 前記画像表示装置は互いに異なった画像情報を時系列に表示しており、該表示に同期させて前記光束制御手段を制御して前記1つの要素レンズで1つの画像情報を前記画像記録手段の互いに異なった領域に記録していること。

【0018】(1-1-4) 前記レンズアレイは微小レンズを複数個、2次元的に配列したマイクロレンズアレイより成っていること。

【0019】(1-1-5) 前記レンズアレイは1次元方向に屈折力を有するシリンドリカルレンズを複数個、所定方向に配列したレンチキュラーレンズより成っていること。

【0020】(1-1-6) 前記微小レンズの有効径は0.5mm以上2mm以下であること。

【0021】(1-1-7) 前記シリンドリカルレンズの屈折力を有する方向の有効径は0.5mm以上2mm以下であること。等の特徴としている。

【0022】本発明の画像再生装置は、(2-1) 構成(1-1)の画像記録装置によって画像情報を記録した画像記録手段と、レンズアレイとを対向配置し、該画像記録手段側から照明した光によって該画像記録手段に記録した画像情報を該レンズアレイを介して再生していることを特徴としている。

【0023】(2-2) 要素レンズを複数個、所定のピッチで配列したレンズアレイ、該複数の要素レンズに対応する画像情報を各要素レンズごとに電子的に各領域に表示する画像表示装置とを有し、該画像表示装置の各領域に記録した画像情報のうち微小画像情報から発散する光が該レンズアレイから一定距離離れた空中の位置で重畳するようにして該画像情報を再生していることを特徴としている。

20 【0024】

【発明の実施の形態】図1は本発明の画像記録装置の実施形態1の要部概略図である。図1においてIP（インテグラルフォト）形成用のマイクロレンズアレイ（レンズアレイ）1の背後に画像記録媒体2を配置している。

【0025】本実施形態では画像記録媒体2として露光記録可能なものを使用しており、写真用フィルムや光書き込み型の空間光変調器等を用いている。レンズアレイ1は複数の要素レンズ1aを2次元的に配列して構成している。

30 【0026】これらの各要素1, 2は暗箱5や暗幕6によって暗黒化された空間内に置かれている。ただし、マイクロレンズアレイ1の前面には開口板3及びシャッター4が配置され、シャッター4が開いている間だけ開口板3を通過した光による画像記録媒体2への露光記録を行っている。

【0027】開口板3とシャッター4は光束制御手段の一要素を構成している。開口板3及びシャッター4は共に移動機構（不図示）によりマイクロレンズアレイ2の前面で2次元的に平行移動している。開口板3及びシャッター4の位置は露光領域制御手段7によって制御され、任意の時刻に任意の位置のマイクロレンズ1aを通して画像記録媒体2上への露光記録が可能となっている。

【0028】図中、9は画像表示装置であり、例えば液晶ディスプレイ・CRTなど複数画像を切り替えて表示可能な表示素子を用いている。画像表示装置9はマイクロレンズアレイ1より一定距離だけ離れた位置に配置している。

50 【0029】画像表示装置9は画像信号発生装置8からの入力信号をもとに画像10を表示している。このとき

画像信号発生装置 8 は露光領域制御手段 7 より露光領域の位置情報を取得し、それをもとに表示する画素信号を決定している。

【0030】もちろん、上記とは逆に露光領域制御手段 7 が画像信号発生装置 8 より画像の情報を取得し、それをもとに露光領域の制御を行う方法をとっても全く差し支えない。

【0031】尚、画像表示装置 9 の画像表面 9 a と画素記録媒体 2 の画像記録面 2 a はマイクロレンズアレイ 1 による結像関係にある。よって露光領域において画像 1 10 0 は焦点ボケを発生することなく画像記録媒体 2 上に記録される。

【0032】次に上記構成の画素記録装置を用いて IP を作成する方法について述べる。本発明では従来の IP で用いる実在の 3 次元被写体の情報光の変わりに、画像表示装置 9 によって生成される複数の画像情報光を時間的に前後して画像記録媒体 2 の異なる位置に順次記録している。

【0033】図 2 を用いてこの具体的方法を説明する（尚、図 2 において説明に必要な部品は図示を省略 20 してある）。

【0034】開口板 3 の開口 3 a はマイクロレンズアレイ 1 の一つの要素レンズ 1 a と略同じ大きさを持っている。これにより本装置においては一度に一つの要素レンズ 1 a で定められる画像記録手段 2 上の領域を露光記録している。隣り合う要素レンズ同士の間隔は 1 mm 前後と極めて小さく設定している。（このレンズ間隔の定め方については後述する。）開口 3 a が図中の位置にあるとき、露光領域にある要素レンズ 1 a の中心点を O と定める。このとき画像表示装置 9 に表示する画像 1 0 は次 30 のようにして得る。

【0035】（アー 1）最終的に再生されるべき 3 次元像 1 1 を仮定する

（アー 2）仮想的に要素レンズ 1 a の一点 O より発散する光を考える

（アー 3）上記発散光による画像表示面 9 a 上への 3 次元像 1 1 の投影像を画像 1 0 とする。

【0036】例えば 3 次元像 1 1 上を構成する 3 つの点 a, b, c を再生するための IP を作成するためには、各点と点 O とを結ぶ直線が面 9 a と交わる点 a', b', c' にそれぞれ点 a, b, c の明るさに比例した輝度情報を与えた画素を画像 1 0 として表示してやれば良い。 40

【0037】ここで図 3 のように点 O より発散する光線が 3 次元像 1 1' との交点を 2 つ以上もつような場合は、3 次元像 1 1' 上の各点のうち点 O より発散する光線が最後に通る点（点 O よりも最も遠い点）の輝度情報をもとに画像 1 0 を得る。

【0038】これは 3 次元像 1 1' を再生する際に、3 次元像の観察者に最も近い側のみを再生する。これにより隠面処理の効果を出している。その他の露光領域にお 50

いてもそれぞれの位置での点 O を定め同様にして画像 1 0 を得る。このようにして生成した複数の画像 1 0 を露光領域に対応して順次画像表示装置 9 に表示し、画像記録媒体 2 の各領域に露光記録してゆく。これを全領域にわたって繰り返し、画像記録媒体 2 に露光記録された画像情報を現像などの処理をして光の強度分布として表現しうる状態にし、もとの位置に再度配置する。

【0039】そして画像記録媒体 2 を背後から照明手段からの光束で照明するとすべての画像情報がもとの画像表示装置 9 の表示面位置 9 a に重畳して結像する。観察者はこれを適当に離れた位置から観察する。

【0040】図 4 は上記の方法にて作成した IP によって 3 次元像が再生される様子の説明図である。例として 3 次元像 1 1 上の点 b の再生について説明を行う。前述した方法にて 3 次元像 1 1 を画像記録媒体 2 に記録した場合、点 b を再生する光線は画像表示面 2 a 上の点 b 1, b 2 ……より発し、マイクロレンズアレイ 1 の作用により、それぞれ画像表示面 9 a 上の点 b 1', b 2' を通る光線となっている。

【0041】これらの光線はほぼ平行光線となって観察者 1 2 の方向へと進む。観察者がこのような状態の単一の光線を観察するとき、その光線がどの点から発しているかは判断しがたい。

【0042】しかし、図中のように、このような光線が 2 本以上観察者の瞳 1 2 a に入射すると観察者の瞳 1 2 a は無意識のうちに水晶体 1 3 を調節してそれらの光線が網膜 1 4 上の点 b' で再び交わるようにする。このとき観察者の瞳 1 2 a はそれらの光線の交点 b にピントがあった状態となっており、3 次元像 1 1 上の点 b を認識することになる。

【0043】本方式によれば 3 次元像 1 1 上の他のすべての点についても同様の原理で再生することができるので、観察者は 3 次元像 1 1 全体を眼の調節機能も含めた立体知覚のすべてを満足した状態で観察できるので、眼が疲れにくい。

【0044】ただし、上記のように 3 次元像を認識するためには観察者の瞳に入射する光線の径が瞳径よりも小さく、なおかつ瞳の中に最低二本以上の光線が入射する必要がある。観察者の瞳位置での光線径を d、隣り合う光線同士の距離を q と定めると、本装置は以下の条件を満たす必要がある。

【0045】（イー 1）光線径

マイクロレンズ 1 から出射する光線はほぼ平行光線なので、光線径  $d \approx p$  ( $p$  = マイクロレンズ 1 a 径) の関係がある。よって  $p < (\text{観察者の瞳径})$  であればよい。一般的に人間の瞳径は 2 ~ 7 mm の値をとるので  $0.5 \text{ mm} < p < 2 \text{ mm}$  であれば十分である。ここで下限値はレンズアレイの製造上からくるものであり、この値以下であると要素レンズが小さくなりすぎ、製造が難しくなってくる。

## 【0046】(イ-2) 光線間距離

3次元像11上の点bからマイクロレンズアレイ1までの距離をL1、観察者の瞳位置12aまでの距離をL2とすると、幾何学的関係により、 $q = p * L2 / L1$ と表され、この値が瞳径以下である必要がある。

## 【0047】これらの条件より

$p < (\text{観察者の瞳径})$  かつ  $q = p * L2 / L1 < (\text{観察者の瞳径})$

であれば前述したとおり眼の疲れのない3次元像再生が可能となる。観察者の瞳径が約2mm以上であることを考慮すると、

$0.5\text{mm} < p < 2\text{mm}$  かつ  $q = p * L2 / L1 < 2\text{mm}$

であれば十分である。

【0048】本実施形態の特徴をまとめると次のようになる。

## 【0049】(ウ-1) 観察者の眼が疲れにくい

(ウ-2) マイクロレンズの焦点ボケによる再生像の画質劣化が少ない

(ウ-3) 逆立体視像を未然に防ぐことができる

(ウ-4) 実在しない3次元被写体情報を電氣的に再生し記録することができる

(ウ-1)、(ウ-2)の特徴については前述したとおりである。(ウ-3)、(ウ-4)については記録時に逆立体視を矯正するような画像変換を画像信号発生装置8にてあらかじめ行えること、実在物体の情報ではなく多数の2次元画像を記録すること、に起因する。上記の実施形態においては次のような仕様変更を行うことによってさらなる性能の向上を図ることができる。

## 【0050】(エ-1) マイクロレンズアレイ

本発明はマイクロレンズアレイの焦点ボケによる再生像の画質劣化が少ないことを特徴の一つとしているが、マイクロレンズの結像性能を向上させることで、さらなる画質の向上が可能となる。第一にマイクロレンズを非球面化したり2枚以上のマイクロレンズアレイを貼り合わせたりして、複数のマイクロレンズアレイで記録するようにすればレンズの収差を抑制することができる。

【0051】第2に個々のマイクロレンズの開口数を減少させても良く、これによればさらに焦点深度を深くし、ピントのボケを少なくすることができる。このためには図5のようにマイクロレンズアレイ1の前面にレンズアレイとピッチで並んだピンホールアレイ15を配置すればよい。

## 【0052】(エ-2) 露光領域制御

前記実施形態においては露光領域の制限をメカ的なシャッター4と開口3の移動によって実現している。そのような構成では移動速度が遅く作業時間が長くなる上に振動・騒音等が発生しやすい場合がある。

【0053】そこで図6に示すようにマイクロレンズアレイ1の前面に透過率分布を電子制御できる、例えば液

晶等の空間光変調素子16を配置し、それらによって移動する開口3aを形成すれば、可動部が無く効率のよい露光領域制御が可能となる。

## 【0054】(エ-3) 縦視差の除去

前記実施形態ではマトリクス状の複数のマイクロレンズを配置されたマイクロレンズアレイを用いているが、記録時の情報処理量や露光記録時間、マイクロレンズアレイの簡素化を図るために図7に示したようなシリンジカルレンズを複数個、一次元方向に配列したレンチキュラーレンズ17を用いて画像記録装置を構成し、垂直方向の視差を除去することもできる。

【0055】この場合、画像の記録時の露光領域は縦に細長くなるため開口板3およびシャッター4もそのような形状のものを用いる。

【0056】また、画像表示装置9に表示すべき画像10の集合は水平方向の視差のみを有するような視差画像の集合となる。

【0057】上記のような構成で記録した3次元像を再生すると垂直方向の視差は全くなくなるが、人間の立体認識に特に重要な水平方向の視差と前述の眼の調節機構を補償する作用(ただし、水平方向のみ)は残るため、立体知覚における性能劣化は最小限に抑えられる。

## 【0058】(エ-4) 3次元動画像再生

前記実施形態では画像記録媒体2を用いて3次元静止画像の出力を開示したが、図8に示すように画像記録面2a上に画像記録媒体2に記録されているのと同様な画像情報を表示することができる高解像度の画像表示装置18を配置すると、露光による記録過程を省いて即効的に3次元動画像再生を行うことができる。

【0059】この場合は1つの要素レンズに対応した各露光領域に画像表示手段で表示したのと同様な記録されるべき微小画像情報をあらかじめすべてコンピューター演算によって求めておき、再生時に画像表示装置18上に各領域に画像情報を表示すればよい。

## 【0060】

【発明の効果】本発明によれば以上のように、各要素を特定することにより従来のIP(インテグラルフォト)方式の3次元像の記録・再生原理を利用して良好なる立体画像の観察ができる画像記録装置及び画像再生装置を達成することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1の要部概略図

【図2】本発明の実施形態1の立体画像記録の説明図

【図3】本発明の実施形態1の立体画像記録の説明図

【図4】本発明の実施形態1の立体画像観察の説明図

【図5】図1の一部分の説明図

【図6】本発明の実施形態2の要部概略図

【図7】本発明の実施形態3の一部分の説明図

【図8】本発明の実施形態4の要部概略図

【図9】従来の立体画像記録装置の要部概略図

【図10】図9の一部分の説明図

【図11】従来の立体画像観察装置の立体画像の観察方法の説明図

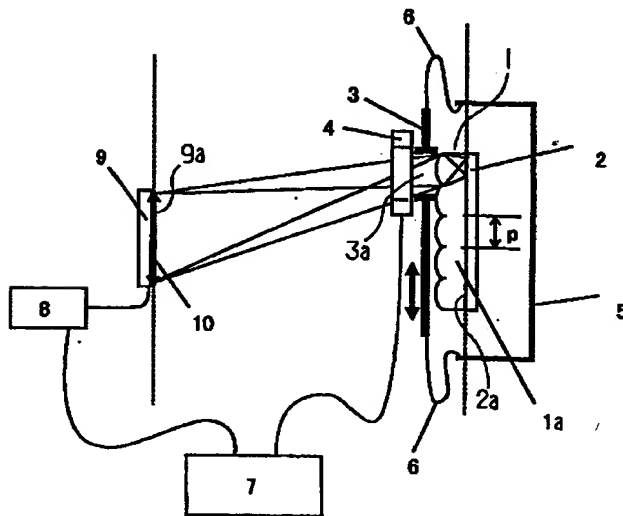
【図12】従来の立体画像観察装置の立体画像の観察方法の説明図

【符号の説明】

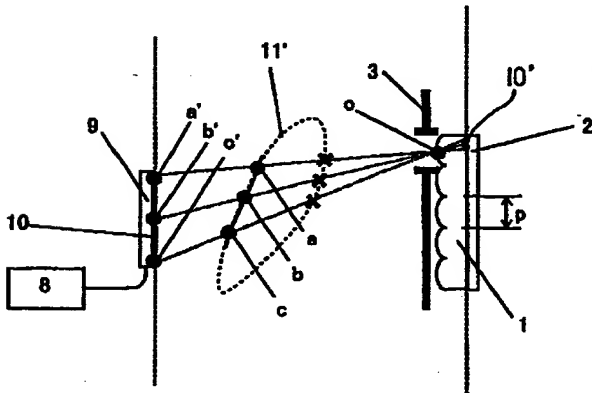
- 1 レンズアレイ  
2 画像記録手段  
3 開口板  
4 シャッター手段  
5 暗箱

- 6 暗幕  
7 露光領域制御手段  
8 画像信号発生装置  
9 画像表示装置  
10 画像情報  
11 立体像  
12 観察者  
13 瞳  
14 網膜  
10 16 空間光変調素子

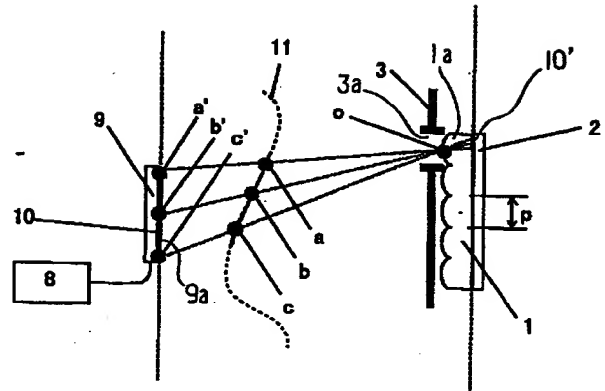
【図1】



【図3】

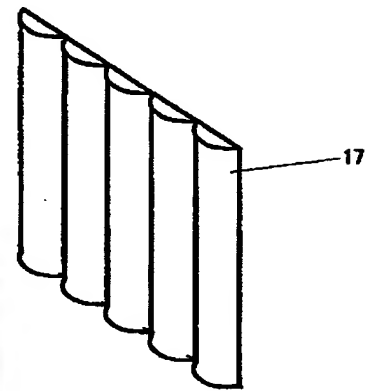
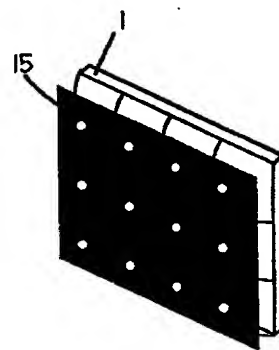


【図2】

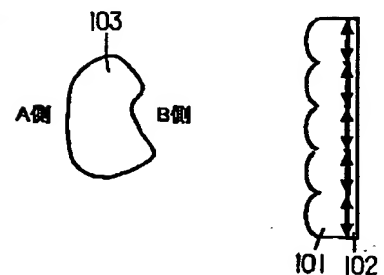


【図7】

【図5】

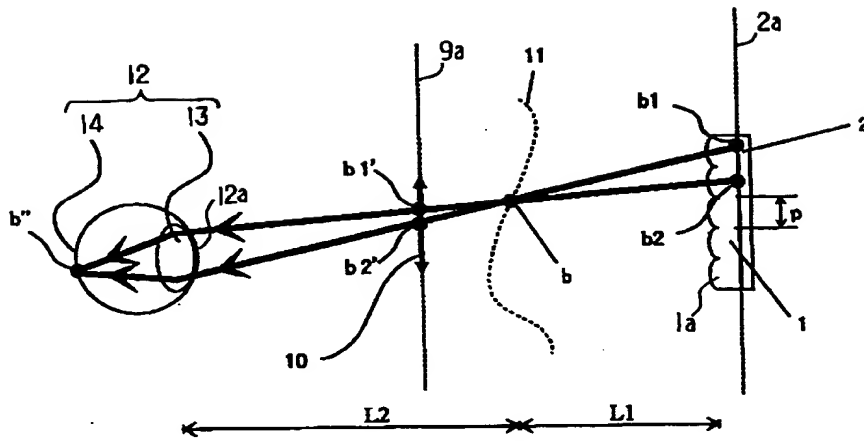


【図11】

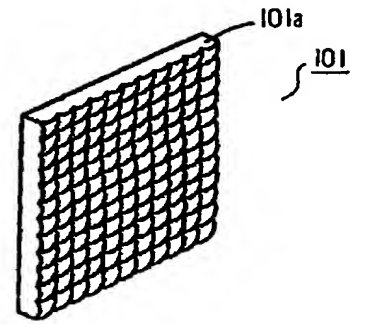




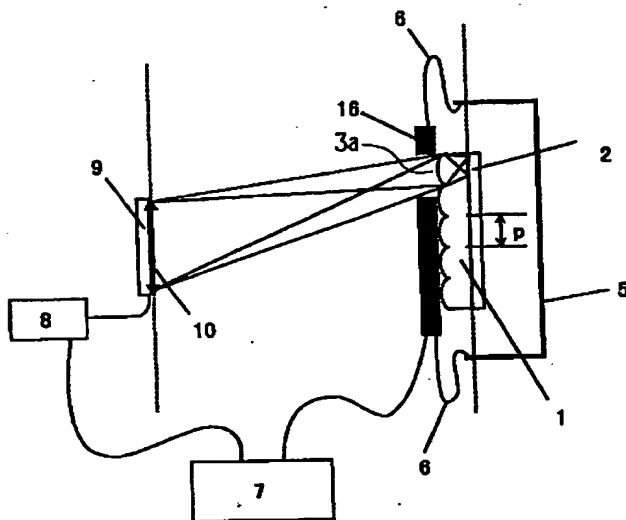
【図4】



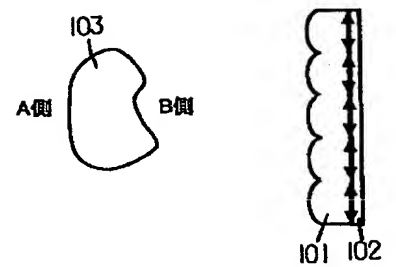
【図10】



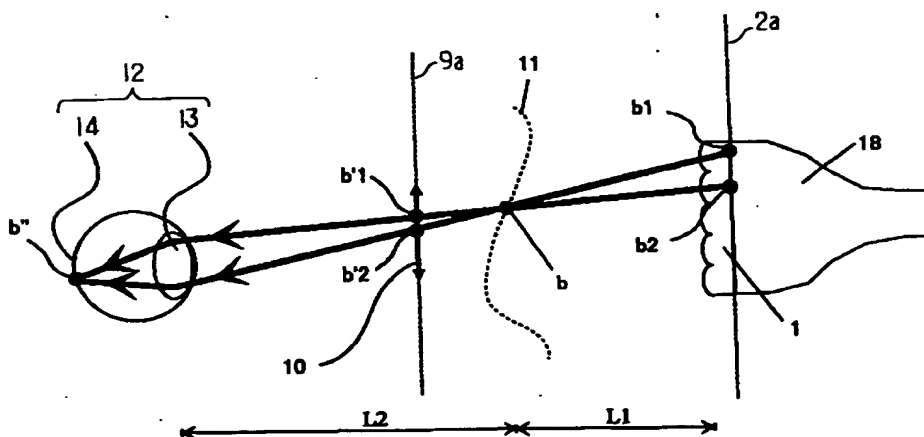
【図6】



【図12】



【図8】



【図9】

